

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane.

Von H. Leitgeb.

II.

Entwicklung der Antheridien bei *Fontinalis antipyretica*.

(Tafel V, VI, VII.)

Die Geschlechtsorgane der Laubmoose werden in morphologischer Beziehung als Trichomgebilde angesehen. Am Vegetationskegel gewisser Sprosse hört die Blattbildung auf, dafür wachsen viele der oberflächlichen Zellen zu Papillen aus, in welchen sich bald eine nach zwei Seiten hin Segmente bildende Scheitelzelle erkennen läßt. Diese cylindrischen aus zwei Reihen von Segmenten aufgebauten Zellkörper sind die ersten Anfänge der Archegonien und Antheridien. (Hofmeister: Vergl. Unters. pag. 66).

So weit mir bekannt ist, wurde der morphologische Werth der zu Antheridien oder Archegonien auswachsenden Zellen noch nirgends genauer untersucht, obwohl es zweifellos von dem größten Interesse sein muß, ihre etwaigen Beziehungen zu den Blättern und zu den dieselben bildenden Segmenten nachzuweisen.

Wir wissen, daß die Mooszweige mit einer Scheitelzelle in die Länge wachsen, und daß jedes aus dieser abgeschnittene Segment zu einem Blatte auswächst. Es besteht daher die Vegetationsspitze eines Sprosses im Momente als die Blattbildung aufhört, und die Bildung der Geschlechtsorgane beginnt, aus der Scheitelzelle und den jüngsten Blattanlagen. Woraus entstehen nun die Mutterzellen der Antheridien und Archegonien? Entstehen sie, ähnlich den Trichomen aus nicht weiter bestimmten Zellen an der Oberfläche blattbildender Segmente, oder werden aus der Scheitelzelle eigene Segmente abgeschnitten, aus denen sie hervorgehen; und wenn dies der Fall ist, sind die Theilungsgesetze dieselben wie bei der Blattbildung,

oder andere? Was geschieht mit der Scheitelzelle, wenn der Sproß von der Blattbildung zur Bildung der Geschlechtsorgane übergeht?

Ich versuchte die Beantwortung dieser Fragen an den die Antheridien tragenden Sprossen von *Fontinalis antipyretica*, eines Moores, dessen Wachstumsgesetze ich aus früheren Untersuchungen genau kannte, und dessen ungemein reichliche Sproßbildung auch ein reichliches Untersuchungsmaterial versprach.

Fontinalis antipyretica ist dioecisch. Männliche Exemplare sind ungemein häufig. Die Bildung Antheridien tragender Zweige dauert vom Frühjahr bis in den Herbst. An manchen Stämmchen treten sie in so großer Anzahl auf, daß fast jedem Blatte eine die Antheridien tragende Knospe entspricht. Weibliche Exemplare habe ich leider nie beobachtet.

Die die Antheridien tragenden Sprosse stehen an der Stelle vegetativer Zweige, mit denen sie auch in ihrer Anlage vollkommen übereinstimmen ¹⁾. Sie sind knospenförmig und von mehreren (meist drei) Umgängen der Blattspirale gebildet. Die Blätter des äußersten Umganges sind bedeutend kürzer, als die übrigen, welche die Antheridien, auch wenn diese ausgewachsen sind, ganz umschließen. In jeder solchen Knospe findet man mehrere Antheridien in verschiedenen Stadien der Ausbildung. Eines von ihnen ist in seiner Entwicklung immer den übrigen bedeutend voraus: entweder schon entleert, wenn die übrigen noch nicht die Samenfäden gebildet, oder dem Aufspringen nahe, wenn die übrigen noch nicht herangewachsen.

Die die Antheridien producirenden Knospen zeigen sich zunächst der Scheitelzelle des Tragsprosses in nichts von den rein vegetativen Knospen verschieden. Ungefähr 8—10 Segmentumläufe von der Scheitelzelle entfernt, beobachtet man an ihnen schon die Blätterzahl, wie sie im Mittel am entwickelten Antheridiensproß beobachtet wird. In diesem Stadium der Entwicklung nimmt die Antheridienbildung ihren Anfang, indem die Scheitelzelle unmittelbar zum ersten Antheridium auswächst. An nur wenig älteren Sprossen überragt sie die jüngsten Blätter als walzenförmiger Körper ²⁾ (Taf. V, Fig. 1 und 2), an dem man auch bald die in zwei

¹⁾ Man vergleiche die Abhandlung über das Wachstum des Stämmchens von *Font. ant.* (Sitzungsber. d. k. Akad., 1868.)

²⁾ Die Streckung der inneren Hüllblätter erfolgt erst später.

Verticalreihen liegenden Segmente erkennen kann. Axile Längsschnitte und die Betrachtung der Knospen von der Spitze zeigen, daß auch nach der Bildung des zum jüngsten und letzten Blatte auswachsenden Segmentes in der Scheitelzelle noch zwei oder drei Theilungswände mit der früheren Divergenz $\frac{1}{3}$ angelegt werden (Taf. V, Fig. 1 C, Taf. VII, Fig. 1 und 2). Aus den so gebildeten Segmenten, die sich also ihrer Anlage nach von den früheren blattbildenden in nichts unterscheiden, gehen die übrigen Antheridien hervor. Wenn nämlich die Neubildung von Segmenten im ersten Antheridium schon nahezu aufgehört hat, beginnen diese Anfangs über die Oberfläche des ersten Antheridiums kaum herausgetretenen Segmente sich weiter zu entwickeln. Es geschieht dies in der Weise, daß jedes derselben an irgend einer Stelle seiner freien Außenfläche papillös auswächst. Selten ist diese Stelle in der Mediane des Segmentes gelegen, sondern entweder näher dem anodischen, am häufigsten näher dem katodischen Rande. Es geschieht dies Auswachsen der Segmente wahrscheinlich vor dem Auftreten irgend einer Theilungswand in denselben; wenigstens konnte ich mich in keinem Falle mit Sicherheit von dem Vorhandensein einer Wand überzeugen. In kurzer Zeit ist die Papille deutlich als walzenförmiger Körper von der Masse des Segmentes zu unterscheiden, und bald erkennen wir in ihr die nach zwei Seiten orientirten Segmente und die zweischneidige Scheitelzelle. Die Papille ist zu einem Antheridium ausgewachsen, das an seinem Grunde deutlich noch den allmäligen Uebergang in das Segment, aus dem es entstanden ist, zeigt.

Dieser Vorgang wiederholt sich in allen zur Bildung von Antheridien bestimmten Segmenten, und zwar in allen ziemlich gleichzeitig ¹⁾. Je nachdem nun nach Entstehung des letzten blattbildenden Segmentes noch zwei oder drei Theilungen mit der ursprünglichen Divergenz der Theilungswände stattgefunden haben, erscheint auch (in diesem Entwicklungszustande des Antheridien tragenden Sprosses) das älteste aus der Scheitelzelle hervorgegangene Antheridium ent-

¹⁾ Wenigstens ist eine bestimmte akro- oder basipetale Entwicklungsfolge nicht nachzuweisen. Öfters ist das aus dem jüngsten Segmente hervorwachsende Antheridium den aus den übrigen Segmenten entstandenen in der Entwicklung etwas voraus. Doch kommt auch das Umgekehrte vor.

weder neben zwei gleich entwickelten, oder in der Mitte von drei ziemlich gleich alten Antheridien gestellt.

Die bis jetzt geschilderten Wachstumsgesetze ergeben sich aus der Betrachtung der betreffenden Figuren. Taf. V, Fig. 1 *A* zeigt eine Knospe von der Seite und parallel einer Blattfläche in der Oberflächenansicht. Das erste Antheridium tritt schon als walzenförmiger Körper über die Knospe hervor. Fig. 1 *B*, dasselbe Präparat im optischen Längsschnitte darstellend, zeigt die Entwicklung des Antheridiums aus der Scheitelzelle. Fig. 1 *C* ist die Spitzenansicht desselben Präparates, bei Einstellung des Mikroskopes auf den Grund des Antheridiums. Dieses zeigt noch den im Querschnitte dreiseitigen Grund, entsprechend der Form der Scheitelzelle. Die Segmente 9 und 10 sind wahrscheinlich zur Antheridienbildung bestimmt. Das Segment 8 (*B* 8) zeigt noch Blattnatur (Vergl. *B* 8 in Fig. 1 *A* und *B*). Die unmittelbare Entwicklung der Scheitelzelle zum ersten Antheridium zeigen noch deutlicher Fig. 2 und 3.

Daß die Segmente als solche, durch Auswachsen an irgend einer Stelle ihrer Oberfläche, Antheridien entwickeln, zeigt Taf. VII, Fig. 1 *A* und *B*. Die Knospe zeigte bei Seiten- und Spitzenansicht deutlich ein mittleres und drei dieses umgebende jüngere Antheridien. Fig. 1 *A* zeigt eine Ansicht, die durch Einstellung des Mikroskopes auf nahezu den Grund des mittleren Antheridiums erhalten wurde. Die drei dasselbe umgebenden zeigen nicht mehr den kreisrunden Querschnitt, wie er ihrer cylindrischen Form entsprechen würde; zwei derselben erscheinen gegen ihre kathodische Seite verschmälert. Es entspricht diese Ansicht einem Querschnitte, der die Antheridien ungefähr in der Höhe treffen würde, wo dieselben in die Segmente übergehen. Fig. 1 *B* zeigt eine noch tiefere Einstellung. Die Segmente, aus denen die Antheridien hervorzunehmen, zeigen sich in ihrer ganzen Breite und ihrem gegenseitigen ineinandergreifen. Die punktierten Kreise zeigen die Lage der Antheridien, wie sie sich bei unreränderter Lage des Präparates und höherer Einstellung ergab. In Fig. 2 ist ein ähnliches Präparat dargestellt. Hier sind jedoch nur zwei Segmente zur Bildung von Antheridien abgeschnitten worden. Es stehen also neben dem ältesten (centralen) nur zwei gleich weit entwickelte 1).

1) In Taf. VII, Fig. 6 ist eine diesem Jugendzustande entsprechende ältere Knospe im Querschnitte dargestellt.

Bis zu diesem Stadium der Ausbildung stimmen alle Antheridien tragenden Knospen überein. Die Bildung der nun weiter auftretenden Antheridien läßt jedoch kein Gesetz mehr erkennen. Sie entwickeln sich vorzüglich zu beiden Seiten der aus den Segmenten hervorgegangenen Antheridien, also aus den zur Bildung dieser nicht verwendeten Segmenttheilen. Es scheint jedoch, daß sie auch aus Zellen, die der Basis (dem Stiele) eines schon gebildeten Antheridiums angehören, sich entwickeln können.

Die der oben geschilderten Entwicklung der ersten Antheridien ¹⁾ entsprechende Anordnung der Zellen und Zelleomplexe am Querschnitte läßt sich auch noch an Sprossen, an denen schon mehrere entwickelte Antheridien beobachtet werden, vollkommen deutlich erkennen. In Taf. VII, Fig. 4 A ist ein solcher Querschnitt dargestellt. Der centrale dreiseitige (von den Zellgruppen *a*, *b* und *c* eingeschlossene) Zelleomplex entspricht dem ältesten, direct aus der Scheitelzelle des Sprosses hervorgegangenen Antheridium. Um diesen herum liegen die Complexe *a*, *b* und *c*. Sie entsprechen in ihrer Lage vollkommen drei (mit der Divergenz $\frac{1}{3}$ angelegten) Segmenten. In dem mit *a* bezeichneten Complexe entspricht die mediane Zellgruppe dem ersten aus dem Segmente hervorgegangenen Antheridium, rechts und links zeigen sich papillös aufgetriebene Zellen, wahrscheinlich Anfänge von Antheridien ²⁾. Dasselbe ist im Complexe *c* der Fall. Im Complexe *b* scheint sich das erste Antheridium des Segmentes an dessen kathodischer Seite ausgebildet zu haben. Es zeigt an seiner anodischen Seite noch vollkommen den seiner Entstehung (als Segment) entsprechenden Anschluß an den Complex *c*, was in Fig. 4 B noch deutlicher hervortritt. In dieser Blüte wurden drei Segmente zur Antheridienbildung verwendet. In Fig. 3 und 3̄ ist die dreiseitige centrale Zellgruppe nur an zwei Seiten von Complexen begrenzt, die ebenfalls ihre Entwicklung deutlich zeigen. Beide Complexe in Fig. 3 und der eine in Fig. 3̄ zeigen die Form vom Complexe *b* in Fig. 4 A. Auch für diese wie für den mit *c* (der Fig. 4 A) übereinstimmenden

¹⁾ Des aus der Scheitelzelle hervorgegangenen und der durch Auswachsen der Segmente gebildeten.

²⁾ Die Zusammengehörigkeit dieser Zellgruppe, d. h. ihre Entwicklung aus einem Segmente wird bei tieferer Einstellung (Fig. 4, B. a) unzweifelhaft.

Complex der Fig. 5 findet das schon oben Gesagte seine Anwendung.

Ich habe schon erwähnt, daß die zur Antheridienbildung abgeschnittenen Segmente wie die blätterbildenden, mit der Divergenz $\frac{1}{3}$ angelegt werden, so daß ihre Hauptwände (wenigstens Anfangs) parallel sind. Die Scheitelzelle hat also auch nach der Bildung dieser Segmente im Querschnitte noch immer die Form eines gleichseitigen Dreieckes (Taf. V, Fig. 1 C). Das aus ihr sich entwickelnde Antheridium zeigt eine zweischneidige Scheitelzelle. In welcher Weise nun der Übergang von der Divergenz $\frac{1}{3}$ in $\frac{1}{2}$ stattfindet, konnte ich durch directe Beobachtung nicht ermitteln. Es gelang mir nicht, Stadien aufzufinden, wo etwa nur erst zwei Segmente mit der Divergenz $\frac{1}{2}$ gebildet waren. An Knospen, wie den in Taf. V, Fig. 1 abgebildeten, sind in der papillös hervorstehenden Scheitelzelle noch keine Wände wahrzunehmen; an etwas älteren Stadien, wie den in Taf. V, Fig. 2 und 3 dargestellten, sind jedoch schon so viele Segmente vorhanden, und die Hauptwände der zuerst gebildeten schon so stark gegen die Horizontale geneigt, daß sie bei Betrachtung der Knospe von der Spitze aus, nicht mehr zur Ansicht gelangen. Doch zeigen die Darstellungen (Fig. 2 und 3), daß die Segmentbildung durch geneigte Wände, ohne durch Quertheilungen unterbrochen zu werden, sich unmittelbar in das Antheridium hinein fortsetzt. Man kann sich ferner durch die Beobachtungen von Längs- und Querschnitten überzeugen, daß die Segmente auch in den tiefsten Theilen des Antheridiums mit der Divergenz $\frac{1}{2}$ angelegt wurden (Taf. V, Fig. 8 C). Daraus folgt, daß der Übergang von der Divergenz $\frac{1}{3}$ in $\frac{1}{2}$ jedenfalls rasch stattfindet. Es sind nun zwei Fälle denkbar: Entweder es folgt auf die letzte mit Divergenz $\frac{1}{3}$ gebildete Wand sogleich eine nach der entgegengesetzten Seite geneigte (Div. $\frac{1}{2}$), das heißt, die zweischneidige Scheitelzelle ist schon nach der ersten Theilung gebildet, oder die Bildung der zweischneidigen Scheitelzelle erfolgt erst durch die zweite (und vielleicht dritte) Theilungswand, indem die erste (und vielleicht zweite) eine beliebige andere Divergenz zeigt. Eine directe Beobachtung an Knospen, die gerade diesen Entwicklungsstand zeigen, gelang mir, wie schon erwähnt, nicht. Die Beobachtung von Querschnitten durch den Grund schon weiter entwickelter Antheridien ist deshalb unzuverlässig, weil es nicht möglich ist, sich über die Höhe der Einstellung genau zu orientiren; auch

gestatten die später auftretenden Theilungen eine scharfe Abgrenzung der Segmente in den seltensten Fällen. Wenn man jedoch die Thatsache berücksichtigt, daß eine Drehung des Antheridiums, d. h. eine seitliche Verschiebung seiner Segmente wenigstens durch eine geraume Zeit nicht stattfindet ¹⁾, daß also die Segmente in zwei geraden Längsreihen gelegen sind, so kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Lage der Scheitelzelle (und der Segmentreihen), wie wir sie an Knospen finden, die in ihrer Entwicklung den in Fig. 2 und 3 abgebildeten Zuständen entsprechen, auch die nämliche ist, wie sie schon nach Bildung des ersten mit der Divergenz $\frac{1}{2}$ angelegten Segmentes sich darstellte. Erfolgt nun die Bildung einer Wand mit der Divergenz $\frac{1}{2}$ unmittelbar nach einer mit der Divergenz $\frac{1}{3}$ gebildeten, so muß eine Segmentreihe des Antheridiums mit den jüngsten Segmenten einer mit $\frac{1}{3}$ Divergenz angelegten Reihe in einer der Längsachse der Knospe parallelen Geraden gelegen sein. Dies ist nun nicht der Fall. Wir beobachten hingegen, daß die Scheitelzelle des jungen Antheridiums mit ihrer Längsachse den Divergenzwinkel zweier jüngst gebildeten Segmente ungefähr halbirt. Es spricht dies für den zweiten Fall einer die Segmentbildung nach Divergenz $\frac{1}{2}$ vorbereitenden Theilung. Doch scheint es nicht, daß dieser Übergang ausschließlich in der Weise vermittelt wird, daß die betreffende Wand mit einer zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ gelegenen Divergenz angelegt wird. Häufig ist dies allerdings der Fall; in anderen Fällen muß man jedoch auf eine kleinere Divergenz schließen. (Taf. VII, Fig. 2).

Wenn auf diese Weise die Lage der Scheitelzelle des ersten Antheridiums zu den Blattzeilen der Blütenhülle in keiner bestimmten Beziehung zu stehen scheint, so ist dies, wie schon a priori wahrscheinlich, ebenso wenig in Bezug auf die Vegetationsspitze des den Antheridienzweig tragenden Muttersprosses der Fall, da, abgesehen von der veränderlichen Lage der Scheitelzelle des Antheridiums zu den letztgebildeten Segmenten, auch die Zahl der zur Antheridienbildung angelegten Segmente wie auch die Anzahl der die Blütenhülle bildenden Blätter darauf vom Einflusse sein muß. Wenn sich

¹⁾ Vergl. Taf. V, Fig. 3. Aber auch an ganz entwickelten Antheridien ist eine seitliche Verschiebung der Segmente nur selten und dann in höchst geringem Grade zu beobachten.

nun auf diese Weise nirgends Anhaltspunkte finden, welche eine bestimmte Orientirung der Segmentreihen des Antheridiums aus morphologischen Gründen wahrscheinlich erscheinen lassen, so dürften denn doch andere, vielleicht äußere Einflüsse orientirend einwirken. Wenn man nämlich durch die Spitze von Sprossen, die sehr reichlich antheridientragende Knospen entwickeln, Längsschnitte macht, so gelingt es häufig, mehrere einer Längsreihe angehörige Blütenknospen blozulegen, und da beobachtet man nicht selten, daß die ersten Antheridien sämtlicher Knospen ihre Segmentreihen genau in gleicher Weise orientirt haben.

Auch an den aus den Segmenten sich entwickelnden Antheridien ist eine bestimmte Orientirung der Scheitelzelle nicht zu beobachten. Sie hat ebenso häufig eine der Blattscheitelzelle entsprechende ¹⁾, als eine darauf senkrechte oder auch schiefe Lage.

Hofmeister ²⁾ beschreibt das weitere Wachstum der von ihm untersuchten Antheridien von Laubmoosen in folgender Weise: Die Zellen zweiten Grades (die Segmente) theilen sich durch eine radiale Längswand. Es besteht nun der cylindrische Zellkörper aus vier verticalen Zellreihen. Die Zellen jeder dieser vier Reihen oder nur einer einzigen theilen sich nun durch eine Tangentialwand; es entsteht so ein die Achse des Organs durchziehender aus vier oder einer Zellreihe gebildeter Zellstrang, dessen Zellen die Urmutterzellen der die Samenfäden erzeugenden Bläschen darstellen.

Die Entwicklung der Antheridien von *Fontinalis antipyretica* weicht in einigen wesentlichen Punkten von dieser Darstellung ab.

Die erste Wand in jedem Segmente ist eine Längswand, die die freie Außenwand desselben ungefähr in der Mitte trifft, dann aber nicht in der Richtung des Radius, sondern schief nach innen verläuft, um sich nahe der Oberfläche unter $c\ 45^\circ$ an die das gegenüberliegende Segment berührende Wand anzusetzen (Taf. V. Fig. 8 B, Wand a). Die zweite Wand, von der erstgebildeten nahe der Oberfläche ausgehend, verläuft nach der anderen Seite (Wand b in Fig. 8 B), und setzt sich in gleicher Weise an die Trennungswand an.

¹⁾ Mit ihrem größeren Querdurchmesser senkrecht auf den Hauptwänden der Segmente,

²⁾ Vergl. Untersuch. p. 67.

Durch diese beiden Längswände zerfällt das Segment in eine innere im Querschnitte dreieckige und in zwei Außenzellen. Jene ist eine Urmutterzelle der Samenbläschen, diese bilden den auf dies Segment entfallenden Theil der sackartigen Hülle. Es sind also schon die ersten Theilungen, welche den Gegensatz zwischen centralem Theile und der Hüllschicht einleiten. Ein Querschnitt durch ein Antheridium, der Segmente trifft, die auf diesem Entwicklungsstadium stehen, zeigt daher einen centralen quadratischen Raum, der durch eine Diagonale (der verticalen Trennungswand der gegenüberliegenden Segmente) getheilt ist. Er ist von vier quadrantisch gelegenen Zellen umgeben. (Taf. V, Fig. 8 A.)¹⁾

Innen- und Außenzellen entwickeln sich nun in verschiedener Weise. Jede der letzteren wird zuerst durch eine Längswand halbirt (Taf. VI, Fig. 2, Wand 3), dann folgt in jeder so entstandenen Zelle eine Querwand (Wand 4 der Figur) und dann wieder Längswände (Wände 5). Damit ist die Theilung durch Längswände im Allgemeinen vollendet. Auch Quertheilungen treten nur mehr einmal (und dies nicht in allen Zellen) auf (Taf. VI, Fig. 1 und 2).

Die Theilungen der Innenzellen ergeben sich ungefähr aus Taf. V, Fig. 5, 7 und 8 A. Es sei nur nebenbei erwähnt, daß die erste Quertheilung derselben mit der entsprechenden Theilung in den Hüllzellen zusammenfällt und wahrscheinlich unmittelbar nach dem Auftreten einer Radialwand (α in Fig. 8 B) stattfindet.

Der Körper eines ausgewachsenen Antheridiums besteht aus 9—10 Segmenten, die sämmtlich schon an ganz jungen Antheridien²⁾ angelegt erscheinen (Taf. V, Fig. 6 und 7). Auch die weiteren Theilungen der Hüllzellen sind schon an sehr jungen Antheridien sämmt-

¹⁾ Nach Straßburger wird auch bei den Farrenantheridien und bei Marchantia schon durch die ersten Theilungen der Gegensatz zwischen der Innenzelle und den „Seitenzellen“ eingeleitet. (Die Befruchtung der Farrenkräuter in *Mém de l'Acad. impér. de St. Pétersbourg* und nach einem Vortrage bei der Naturforscher Versammlung in Dresden.) Es erscheint der Vorgang nur insofern modificirt als dort der Körper des Antheridiums sich aus einer Zelle entwickelt, hier aus zwei Segmentreihen sich aufbaut. Dort erscheint der im Querschnitte quadratische Raum durch keine Diagonale getheilt.

²⁾ Ich beobachtete häufig Antheridien von erst 0.45 Mm. Länge, die schon 9 bis 12 Segmente entwickelt hatten.

lich angelegt, so daß die normale Länge eines ausgewachsenen Antheridiums fast nur durch Zellstreckung erreicht wird ¹⁾).

Das letzte Segment und die Scheitelzelle bilden den Deckel des Antheridiums. Ersteres bildet keine Innenzelle, sondern theilt sich sogleich durch eine radiale Längswand. Die erste in der Scheitelzelle auftretende Wand steht senkrecht auf ihren Seitenwänden. Die weiteren im Segmente und der Scheitelzelle auftretenden Längswände sind entweder diesen ersten Theilungen parallel, oder stehen darauf senkrecht.

Der Stiel des Antheridiums ist sehr kurz. Wie viele Segmente in seine Bildung eingehen, konnte ich nicht bestimmen, doch dürften wohl kaum mehr als zwei zu seiner Bildung verwendet werden ²⁾. Der Querschnitt durch denselben zeigt meist eine mittlere Zelle, umgeben von sechs peripherischen. Es spricht schon diese Anordnung gegen die Annahme ursprünglicher vier Zellreihen ³⁾. Sie erklärt sich aber leicht aus der von mir zu wiederholten Malen beobachteten Gruppierung im Stiele ganz junger Antheridien, wie sie in Taf. V, Fig. 8 C dargestellt ist. Sie ergibt sich aus dieser durch Radialtheilung der beiden Außenzellen des rechts liegenden Segmentes. Auch stimmt sie mit den ersten Theilungen der Segmente des Antheridiumkörpers überein. In anderen Fällen beobachtet man zwei Innenzellen, umgeben von 8—10 peripherischen. Es ist wahrscheinlich, daß auch diese Gruppierung aus einer Zelltheilung hervorgegangen ist, die ganz der entspricht, wie sie im Antheridienkörper vor sich geht, nur daß hier die beiden Innenzellen sich nicht mehr weiter theilen. Nur selten fand ich den Grund des Antheridienstieles im Querschnitte aus vier quadrantisch geordneten Zellen bestehend. In diesen Fällen dürf-

1) Nimmt man die Höhe eines Segmentes kurz nach seiner Anlage zu 0'006 Mm. und den Antheridienkörper aus 12 Segmenten gebildet, also 6 Segmente in einer Reihe an, so entsprechen die letzteren einem Antheridium von 0'036 Mm. Länge. Da nun die reifen Antheridien im Mittel 0'8 Mm. Länge erreichen, so wächst jedes Segment von 0'006 Mm. zu 0'13 Mm. Länge, also um das 21fache.

2) Es ist übrigens selbstverständlich, daß wenigstens ein Segment sowohl Zellen für den Stiel, als auch für den Körper des Antheridiums bilden muß. Man sieht dieß in Taf. V, Fig. 5, wo das Segment XI mit seinem vorderen Theile bei der Bildung des Antheridiumkörpers, mit seinem hinteren bei der des Stieles theilhaftig ist.

3) Die nach Hofmeister durch einmalige Theilung der Segmente durch radiale Längswände entstehen.

ten entsprechend den Angaben Hofmeister's, die Segmente durch radiale Längswände getheilt worden sein.

Das Auffallendste in der oben geschilderten Entwicklung der Antheridien bei *Fontinalis antipyretica* ist jedenfalls ihre morphologische Ungleichwerthigkeit. Das erste Antheridium ist die unmittelbare Verlängerung der Axe des Sprosses; die nächsten, durch Auswachsen der (noch ungetheilten?) Segmente entstandenen, erinnern ihrer Anlage und Stellung nach an Blätter; die später auftretenden erst zeigen den Charakter von Trichomen, sowohl in der veränderlichen Zahl ihres Auftretens und in ihrer Entwicklung aus Oberhautzellen, als auch in Bezug auf die Unbestimmtheit des morphologischen Ortes ihrer Entstehung.

Ich vermeide es, hier weitergehende Vergleiche mit anderen Pflanzen anzustellen, oder überhaupt über den morphologischen Charakter dieser Organe Vermuthungen zu äußern.

Es wird dies erst möglich sein, wenn zahlreichere Untersuchungen differenter Formen vorliegen.

Erklärung der Tafeln.

Die nicht schematischen Figuren sind sämtlich mit der Camera lucida entworfen; die in () stehenden Zahlen geben die Vergrößerung an.

Tafel V.

Fig. 1, A. (400) Männliche Blütenknospe in der Oberflächenansicht. B_1 , B_2 , etc. bezeichnen die genetisch aufeinanderfolgenden Blätter; v die papillös ausgewachsene Scheitelzelle.

Fig. 1, B. (400). Dasselbe Präparat im optischen Längsschnitt. Es sind nur die Hauptwände der Segmente gezeichnet.

Fig. 1, C. (400). Dasselbe Präparat von der Spitze gesehen, die Einstellungsebene ist in der Höhe der Außenflächen der jüngsten Segmente (Vergl. pag. 4.)

Fig. 2. (400). Axiler Längsschnitt einer etwas weiter entwickelten Blütenknospe. B . Blätter, S . jüngstes, wahrscheinlich zur Antheridienbildung bestimmtes Segment, A . aus der Scheitelzelle hervorgegangenes Antheridium, v . Scheitelzelle des Antheridiums.

Fig. 3. (400). Object und Bezeichnung wie in Fig. 2.

Fig. 4. (400). Eine ältere Blütenknospe. Das aus der Scheitelzelle der Knospe hervorgegangene Antheridium (A_1) ist mit Ausnahme der untersten Segmente m u. n) nur im Unrisse gezeichnet; A_2 ist ein durch Auswachsen eines Segmentes gebildetes Antheridium.

Fig. 5. (400). Halbentwickeltes Antheridium im optischen Längsschnitt. Die die Segmente (I, II, III etc.) begrenzenden Linien sind etwas stärker gehalten, st . Stiel des Antheridiums.

Fig. 6. (250). Junges Antheridium. Die beiden untersten Segmente (der Stiel?) waren roth gefärbt. Wahrscheinlich ein auf dieser Entwicklungsstufe stehen gebliebenes Antheridium.

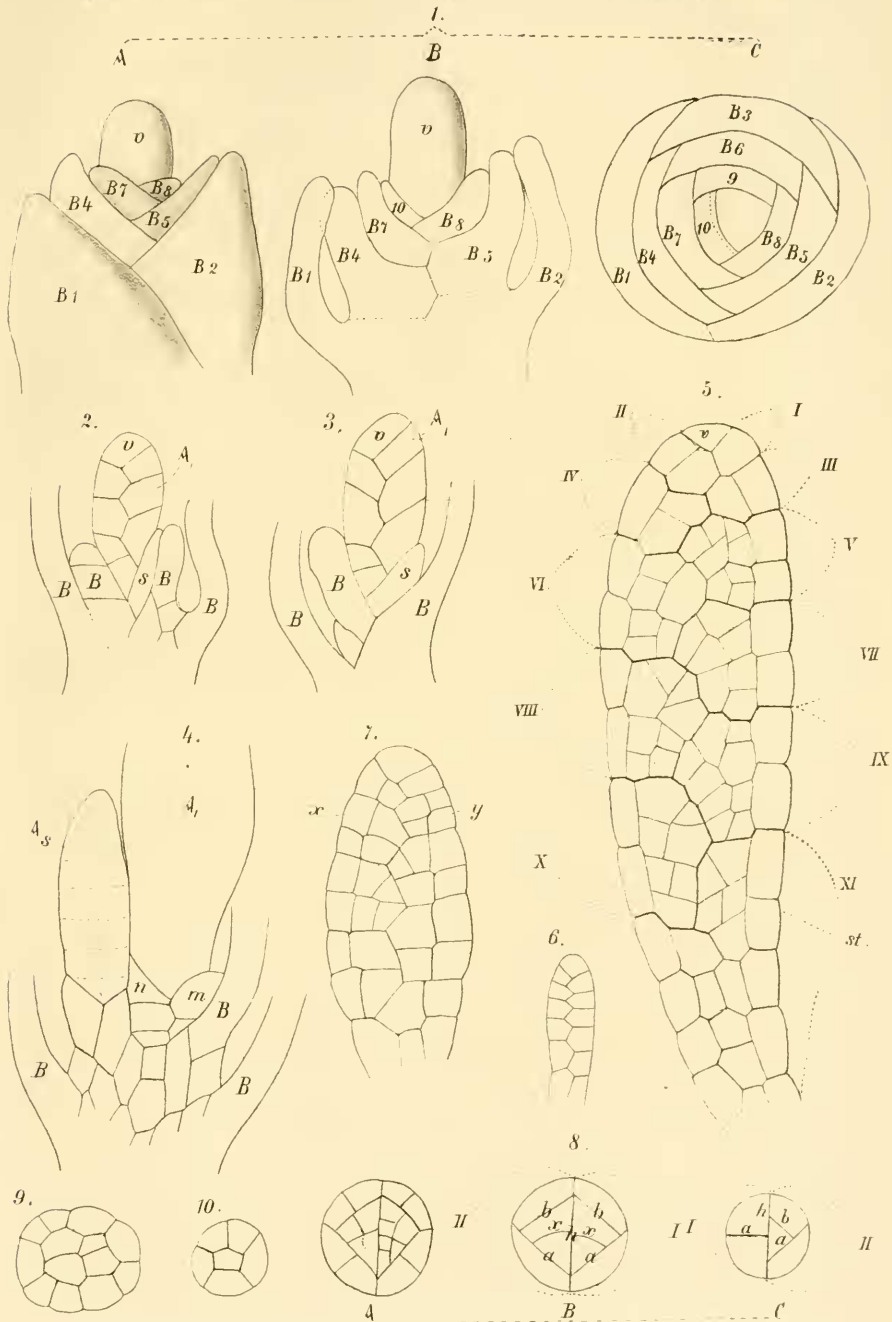
Fig. 7. (400). Ein etwas älteres Stadium.

Fig. 8, A. (400). Optischer Querschnitt durch das in Fig. 7 dargestellte Antheridium, in der Höhe xy .

Fig. 8, B. Theilungsschema für Fig. 8 A. — h . Trennungswand der Segmente I u. II; a . erste, b . zweite Theilungswand jedes Segmentes.

Fig. 8, C. Das Antheridium von Fig. 7 vom Grunde gesehen.

Fig. 9. }
Fig. 10. } (400). Querschnitte durch den Stiel ausgewachsener Antheridien



A d k k Hofu Staatsdruckere: